

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 235 033 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
28.08.2002 Patentblatt 2002/35

(51) Int Cl.7: **F23R 3/28**

(21) Anmeldenummer: **02405087.4**

(22) Anmeldetag: **07.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• **Döbbeling, Klaus, Dr.**  
**5210 Windisch (CH)**  
• **Knöpfel, Hans Peter**  
**5605 Dottikon (CH)**  
• **Paschereit, Christian Oliver, Dr.**  
**5400 Baden (CH)**

(30) Priorität: **22.02.2001 DE 10108560**

(71) Anmelder: **ALSTOM (Switzerland) Ltd**  
**5401 Baden (CH)**

(54) **Verfahren zum Betrieb einer Ringbrennkammer sowie eine Ringbrennkammer**

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zum Betrieb einer Ringbrennkammer (13) sowie eine Ringbrennkammer (13) mit einer Vielzahl zirkular angeordneter Vormischbrenner (1,2), in denen jeweils ein Brennstoff-Luft-Gemisch erzeugt wird bevor es zur Zündung gebracht und als Heissgasstrom zum Antrieb wenigstens

einer Turbinenstufe einer Gasturbinenanlage genutzt wird. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens ein Vormischbrenner (2) derart betrieben wird, dass er ein von allen anderen Vormischbrennern (1) abweichendes räumliches Mischungsprofil innerhalb des Brennstoff-Luft-Gemisches aufweist.

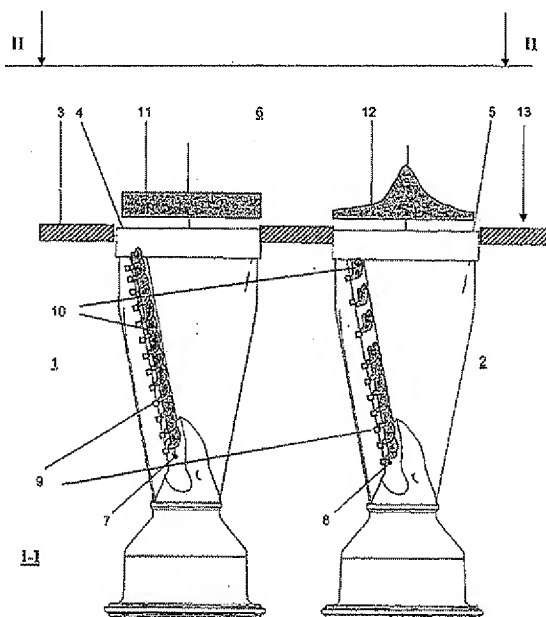


Fig. 1

EP 1 235 033 A2

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb einer Ringbrennkammer sowie auf eine Ringbrennkammer mit einer Vielzahl zirkular angeordneter Vormischbrenner, in denen jeweils ein Brennstoff-Luft-Gemisch erzeugt wird bevor es zur Zündung gebracht und als Heissgasstrom zum Antrieb wenigstens einer Turbinenstufe einer Gasturbinenanlage genutzt wird.

### Stand der Technik

[0002] Bei der Verbrennung flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes in einer Brennkammer einer Gasturbine hat sich die sogenannte Vormischverbrennung etabliert. Hierbei werden der Brennstoff und die Verbrennungsluft möglichst gleichmässig vorgemischt und anschliessend in die Brennkammer geleitet. Um ökologischen Gesichtspunkten gerecht zu werden, achtet man auf eine niedrige Flammentemperatur mittels einem grossen Luftüberschuss. Auf diese Weise kann die Stickoxidbildung klein gehalten werden.

[0003] In diesem Zusammenhang haben sich sogenannte Ringbrennkammern durchgesetzt, die eine Vielzahl einzelner Vormischbrenner in zirkulärer Anordnung um die rotierenden Komponenten einer Gasturbine vorsieht und deren Heissgase über einen ringförmig ausgebildeten Strömungskanal unmittelbar der nachgeordneten Turbinenstufe zugeführt werden.

[0004] Eine diesbezügliche Ringbrennkammer mit Vormischbrennern für einer Gasturbine ist beispielsweise aus der EP-B1-597 138 bekannt. Die am Kopfende der Ringbrennkammer vorgesehenen Vormischbrenner sind beispielsweise aus der EP-A1-387 532 bekannt. Bei derartigen Vormischbrennern handelt es sich um sogenannte Doppelkegelbrenner. Im wesentlichen besteht diese Art von Vormischbrenner aus zwei hohlen, kegelförmigen Teilkörpern, die in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelt sind. Dabei sind die jeweiligen Mittelachsen der beiden Teilkörper gegeneinander versetzt. Die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper bilden in deren Längserstreckung tangentiale Schlitz für die Verbrennungsluft, die auf diese Weise in das Brennerinnere gelangt. Dort ist eine Brennstoffdüse für flüssigen Brennstoff angeordnet. Der Brennstoff wird in einem spitzen Winkel in die Hohlkegel eingedüst. Das entstehende kegelige Flüssigbrennstoffprofil wird von der tangential einströmenden Verbrennungsluft umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Brennstoffes fortlaufend infolge der Vermischung mit der Verbrennungsluft abgebaut.

[0005] Der Vormischbrenner kann ebenfalls mit gasförmigem Brennstoff betrieben werden. Hierzu sind im Bereich der tangentialen Schlitz in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte

Gaseinströmöffnungen, die sogenannten Premixbelochung, vorgesehen. Im Gasbetrieb beginnt die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft somit bereits in der Zone der Eintrittsschlitz. Es versteht sich, dass auf diese Weise auch ein Mischbetrieb mit beiden Brennstoffarten möglich ist. Am Brenneraustritt stellt sich eine möglichst homogene Brennstoffkonzentration über dem beaufschlagten kreisringförmigen Querschnitt ein. Es entsteht am Brenneraustritt eine definierte kalottenförmige Rückströmzone, an deren Spitze die Zündung erfolgt.

[0006] Nun ist aus verschiedenen Druckschriften, beispielsweise *Combust. Sci. and Tech.* 1992, Vol. 87, Seiten 329 bis 362 bekannt, dass bei einer perfekt vorgemischten Flamme die Größe der Rückströmzone, die gleichbedeutend ist mit dem sogenannten Flammenstabilisationsgebiet, keinen Einfluss auf die Stickoxydemissionen hat.

[0007] Andererseits jedoch werden die Kohlenoxydemissionen sowie die Emissionen hinsichtlich ungesättigter Kohlenwasserstoffe (UHC) und im speziellen die Löschgrenzen der jeweiligen Vormischbrenner durch die Größe der Rückströmzone stark beeinflusst. Dies bedeutet, dass je größer die Rückströmzone ausgebildet ist, umso mehr fallen die Kohlenoxydemissionen, die Emissionen hinsichtlich ungesättigter Kohlenwasserstoffe sowie die Löschgrenze. Dies hat auch zur Folge, dass mit einer größeren Rückströmzone ein größerer Lastbereich des Vormischbrenners abgedeckt werden kann, ohne dass dabei die Flamme gelöscht wird. Neben der Größe der Rückströmzone, die wie vorstehend erläutert, entscheidenden Einfluss auf die Betriebsweise der einzelnen Vormischbrenner hat, spielt auch die Brennstoffverteilung, d.h. das Mischungsprofil des Brennstoff-/Luft-Gemisches im Bereich der Flammenstabilisation eine große Rolle. In an sich bekannter Weise wird das Mischungsprofil zwischen Brennstoff und Luft innerhalb des Vormischbrenners durch das Premixbelochungsmuster bestimmt, d.h. die räumliche Anordnung der typischerweise entlang der Lufteintrittsschlitz verteilten Öffnungen, durch die Premixbrennstoff, vorzugsweise Premixgas, in das Innere des Vormischbrenners eingedüst wird.

[0008] Normalerweise werden bei Ringbrennkammern zum Betrieb einer Gasturbine sämtliche Vormischbrenner mit identischen Premixbelochungsmustern bestückt. Es zeigt sich allerdings, dass durch die unterschiedlichen Lastbedingungen der Gasturbinenanlage Betriebsbereiche der Gasturbine entstehen, die durch starke Brennkammerpulsationen, schlechten Ausbrand hinsichtlich Kohlenoxydwerte und Werte ungesättigter Kohlenwasserstoffe sowie schlechtes Querzündverhalten der einzelnen Vormischbrenner gekennzeichnet sind. Dies gilt es entscheidend zu verbessern.

### Darstellung der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein

Verfahren zum Betrieb einer Ringbrennkammer sowie eine diesbezügliche Ringbrennkammer mit einer Vielzahl zirkular angeordneter Vormischbrenner, in denen jeweils ein Brennstoff-Luft-Gemisch erzeugt wird bevor es zur Zündung gebracht und als Heissgasstrom zum Antrieb wenigstens einer Turbinenstufe einer Gasturbinenanlage genutzt wird, derart weiterzubilden, dass die vorstehend genannten Nachteile vermieden werden sollen. Insbesondere sollen Maßnahmen getroffen werden, die entscheidend den auftretenden Brennkammerpulsationen entgegenwirken. Ferner sollen bereits aus umwelttechnischen Gründen und den immer strenger werdenden Vorgaben hinsichtlich Emissionswerten, der Ausbrand vervollständigt und die auftretenden CO-, UHC-, NO<sub>x</sub>-Emissionen reduziert werden.

[0010] Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkammer mit einer Vielzahl zirkular angeordneter Vormischbrenner gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart ausgebildet, dass wenigstens ein Vormischbrenner derart betrieben wird, dass der wenigstens eine Vormischbrenner ein von allen anderen Vormischbrennern abweichendes räumliches Mischungsprofil innerhalb des Brennstoff-Luft-Gemisches aufweist.

[0011] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe auch durch eine Ringbrennkammer gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 5, dadurch gelöst, dass mindestens ein Vormischbrenner eine von allen anderen Vormischbrennern mindestens einen Bereich in der Premixgasbelochung aufweist, in dem benachbarte Premixgaslöcher einen unterschiedlichen Abstand zueinander aufweisen als im übrigen Bereich der Premixgasbelochung.

[0012] Die der Erfindung zugrundeliegende Idee geht von der gezielten Brechung der Symmetrie aus, die durch die zirkulare Anordnung einer Vielzahl von identisch ausgebildeten Vormischbrennern um die rotierenden Komponenten einer Gasturbinenanlage konstruktiv vorgegeben ist. Da üblicherweise im Aufbau identische Vormischbrenner ringförmig um die rotierenden Komponenten der Gasturbinenanlage angeordnet sind, die aufgrund ihrer identischen Ausbildung jeweils identische Mischungsprofile innerhalb der einzelnen Brennstoff-Luft-Gemische ausbilden - dies ist die Folge von identischen Premixbelochungsmustern -, bilden sich in bestimmten Lastbereichen der Ringbrennkammer zirkular umlaufende, pulsierende Wellen aus, die es gilt, gezielt zu unterdrücken.

[0013] Zwingt man hingegen dem an sich bekannten symmetrischen Aufbau eine gezielte Asymmetrie auf, durch die die durch die konstruktive Identität aller Vormischbrenner erzeugte Symmetrie aufgebrochen wird, so können sich keine zirkular umlaufende Pulsations-schwingungen, die letztlich auf resonante Ursachen zurückführen lassen, einstellen.

[0014] Eine derartige Asymmetrie wird erfindungsgemäß dadurch erzwungen, indem wenigstens ein, vorzugsweise drei oder mehr Vormischbrenner eine unterschiedliche Premixbelochung aufweisen, deren Premix-

belochungsmustern sich von allen übrigen Vormischbrennern unterscheiden. Durch die gezielte Verwendung von von den üblicherweise gleich verteilten Premixbelochungsmustern abweichende Premixbelochungsmustern werden unterschiedliche Mischungsprofile erzeugt, die wiederum zu unterschiedlichen Ausbrandergebnissen führen. Dies führt letztlich zu einer entscheidenden Dämpfung bzw. Bekämpfung von sich üblicherweise in resonanter Form ausbildenden zirkular in der Ringbrennkammer umlaufenden Pulsationen. Insbesondere führt die erfindungsgemäße Maßnahme zu folgenden Vorteilen:

1. stabilere Flammenposition
2. tiefere Emissionen hinsichtlich CO, UHC, NO<sub>x</sub>
3. vollständiger Ausbrand
4. größerer Betriebsbereich ohne Flammenlöschung
5. verbessertes Querbündelverhalten zwischen zwei benachbarten Vormischbrennern, sowie
6. geringere Pulsationen.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

[0015] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, wobei

**Fig.1** einen Längsschnitt durch zwei benachbarte zirkular innerhalb einer Ringbrennkammer angeordnete Vormischbrenner gemäss dem Schnitt I-I in der Figur 2 zeigt und

**Fig.2** eine Ansicht gemäss der Linie II-II in der Figur 1 darstellt.

[0016] Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Gleiche Elemente werden in verschiedenen Figuren gleich bezeichnet.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0017] In Fig. 1 ist ein Längsschnitt gemäss der Linie I-I in der Figur 2 durch zwei benachbarte Vormischbrenner 1, 2 dargestellt, die nebeneinander auf einer ringförmig umlaufenden Frontplatte 3 einer Ringbrennkammer 13 angeordnet sind. Eine schematische Ansicht gemäss der Linie II-II in der Figur 1 auf die Ringbrennkammer 13 ist in der Figur 2 sichtbar. Die kegelförmig ausgebildeten Vormischbrenner 1, 2 weisen eine Austrittsöffnung 4, 5 auf, die stromab in die Brennkammer 6 münden. Die Vormischbrenner 1, 2 weisen längs zu ihren Lufteintrittsschlitz 7, 8 eine Premixbrennstoffbelochung 9 auf, die aus einzelnen Öffnungen besteht, durch die vorzugsweise gasförmiger Brennstoff 10 in das Innere der kegelförmig ausgebildeten Vormischbrenner 1, 2 einmündet.

[0018] Die räumliche Verteilung der Premixgasbelochung 9 des Vormischbrenners 1 ist in konventioneller Weise homogen verteilt, d.h. die Premixgaslöcher sind äquidistant voneinander beabstandet angeordnet. Mit einem derartigen Premixbelochungsmuster wird üblicherweise ein räumlich gleichverteiltes, homogenes Mischungsprofil 11 über den gesamten Querschnitt der Austrittsöffnung 4 erzielt.

[0019] Demgegenüber weist der Vormischbrenner 2 zwei Bereiche entlang des Premixbelochungsmusters auf, in denen die einzelnen Premixgaslöcher 9 unterschiedliche Abstände zueinander aufweisen. Mit dem im Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1 dargestellten Premixbelochungsmuster des Vormischbrenners 2, bei dem die stromab angeordneten Premixlöcher einen größeren gegenseitigen Abstand aufweisen als stromauf, erhält man ein Mischungsprofil 12, das in Art einer Gaußverteilung ausgebildet ist. Durch das Vorsehen eines derartigen Vormischbrenners 2 in der zirkularen Gesamtanordnung aller Vormischbrenner innerhalb der Ringbrennkammer 13 kann eine gezielte Asymmetrie im Verbrennungsverhalten entlang der sich zirkular ausbildenden Heissgase eingebracht werden, wodurch, wie vorstehend ausgeführt, wirksam der Ausbildung von Brennkammerpulsationen entgegengetreten werden kann.

[0020] Wie in der Figur 2 angedeutet, sollten zur wirkungsvollen Vermeidung von den genannten Pulsationen innerhalb der Brennkammer mindestens drei Vormischbrenner 2 in vorstehender Weise ausgebildet und zirkular gleichverteilt um die Ringbrennkammer 13 angeordnet sein.

[0021] Ebenso ist es denkbar, das Premixbelochungsmuster des Vormischbrenners 2 zu invertieren, d.h. die gegenseitigen Abstände stromauf innerhalb des Vormischbrenners größer als die Premixöffnungen stromab des Vormischbrenners 2 auszubilden, wodurch ein entsprechend invertiertes Mischungsprofil bezüglich des in Fig. 1 unter Bezugnahme auf den Vormischbrenner 2 gezeigten Mischungsprofils erzeugt werden kann.

[0022] Selbstverständlich ist es möglich, auch weitere, von der homogenen Premixbelochungsanordnung abweichende Premixbelochungsmuster zu realisieren.

#### Bezugszeichenliste

[0023]

- |        |                                    |
|--------|------------------------------------|
| 1, 2   | Vormischbrenner                    |
| 3      | Frontplatte der Ringbrennkammer 13 |
| 4, 5   | Austrittsöffnungen                 |
| 6      | Brennkammer                        |
| 7, 8   | Luft Eintrittsschlitz              |
| 9      | Premixgaszuführöffnungen           |
| 10     | Brennstoff                         |
| 11, 12 | Mischungsprofil                    |
| 13     | Ringbrennkammer                    |

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Ringbrennkammer (13) mit einer Vielzahl zirkular angeordneter Vormischbrenner (1, 2), in denen jeweils ein Brennstoff-Luft-Gemisch erzeugt wird, bevor es zur Zündung gebracht und als Heissgasstrom zum Antrieb wenigstens einer Turbinenstufe einer Gasturbinenanlage genutzt wird,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mindestens ein Vormischbrenner (2) derart betrieben wird, dass der wenigstens eine Vormischbrenner (2) ein von allen anderen Vormischbrennern (1) abweichendes räumliches Mischungsprofil (12) innerhalb des Brennstoff-Luft-Gemisches aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mindestens drei Vormischbrenner in der vorstehenden Weise betrieben werden, und dass diese wenigstens drei Vormischbrenner (1) gleichverteilt mit äquidistantem Abstand zueinander zirkular in der Ringbrennkammer (13) angeordnet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das räumlich abweichende Mischungsprofil (12) durch eine abweichende Premixgasbelochung (9) innerhalb des Vormischbrenners (2) erzeugt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der wenigstens eine Vormischbrenner (2) derart betrieben wird, dass mindestens eine innerhalb der zirkular aus der Gesamtheit aller Vormischbrenner austretenden Heissgase auftretende Asymmetrie hervorgerufen wird, die wirksam das Auftreten von Brennkammerpulsationen wenigstens reduziert.
5. Ringbrennkammer (13) mit einer Vielzahl zirkular angeordneter Vormischbrenner (1, 2) mit einer Premixgasbelochung (9) innerhalb des Vormischbrenners (1, 2), zum Antrieb einer Gasturbine,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mindestens ein Vormischbrenner (2) eine von allen anderen Vormischbrennern (1) mindestens einen Bereich in der Premixgasbelochung (9) aufweist, in dem benachbarte Öffnungen der Premixgasbelochung (9) einen unterschiedlichen Abstand zueinander aufweisen als im übrigen Bereich der Premixgasbelochung (9).
6. Ringbrennkammer (13) nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
alle anderen Vormischbrenner (1) eine gleichverteilte Premixgasbelochung (9) aufweisen.
7. Ringbrennkammer (13) nach Anspruch 5 oder 6,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

bei dem mindestens einen Vormischbrenner (2) innerhalb des Vormischbrenners (2) die stromab angeordneten Öffnungen der Premixgasbelochung (9) einen größeren gegenseitigen Abstand aufweisen als stromauf. 5

8. Ringbrennkammer (13) nach Anspruch 5 oder 6,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

bei dem mindestens einen Vormischbrenner (2) innerhalb des Vormischbrenners (2) die stromauf angeordneten Öffnungen der Premixgasbelochung (9) einen größeren gegenseitigen Abstand aufweisen als stromab. 10

15

9. Ringbrennkammer (13) nach einem der Ansprüche 5 bis 8,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

wenigstens drei Vormischbrenner in vorstehender Weise ausgebildet sind und dass die wenigstens drei Vormischbrenner zirkular gleichverteilt um die Ringbrennkammer (13) angeordnet sind. 20

25

30

35

40

45

50

55

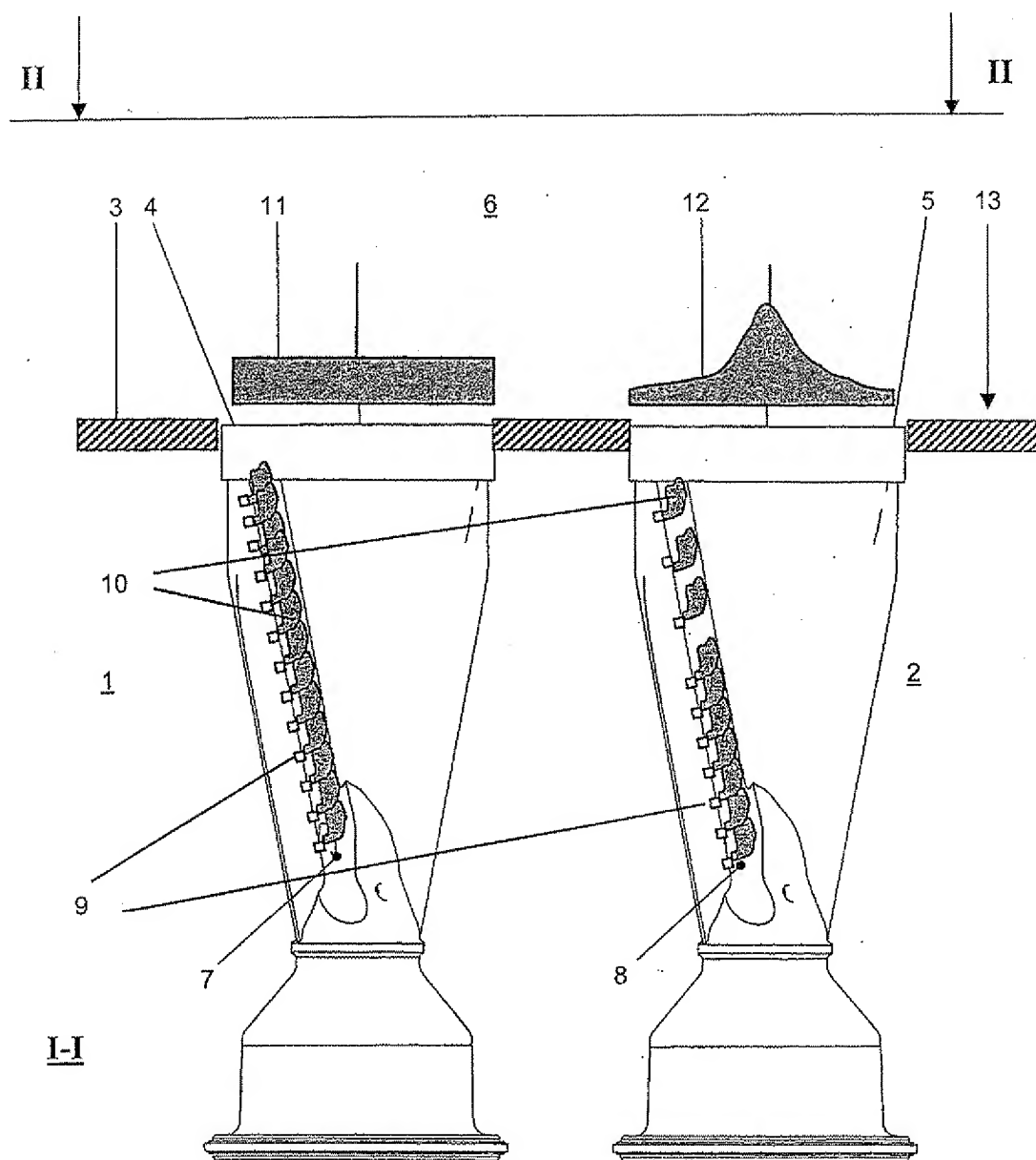
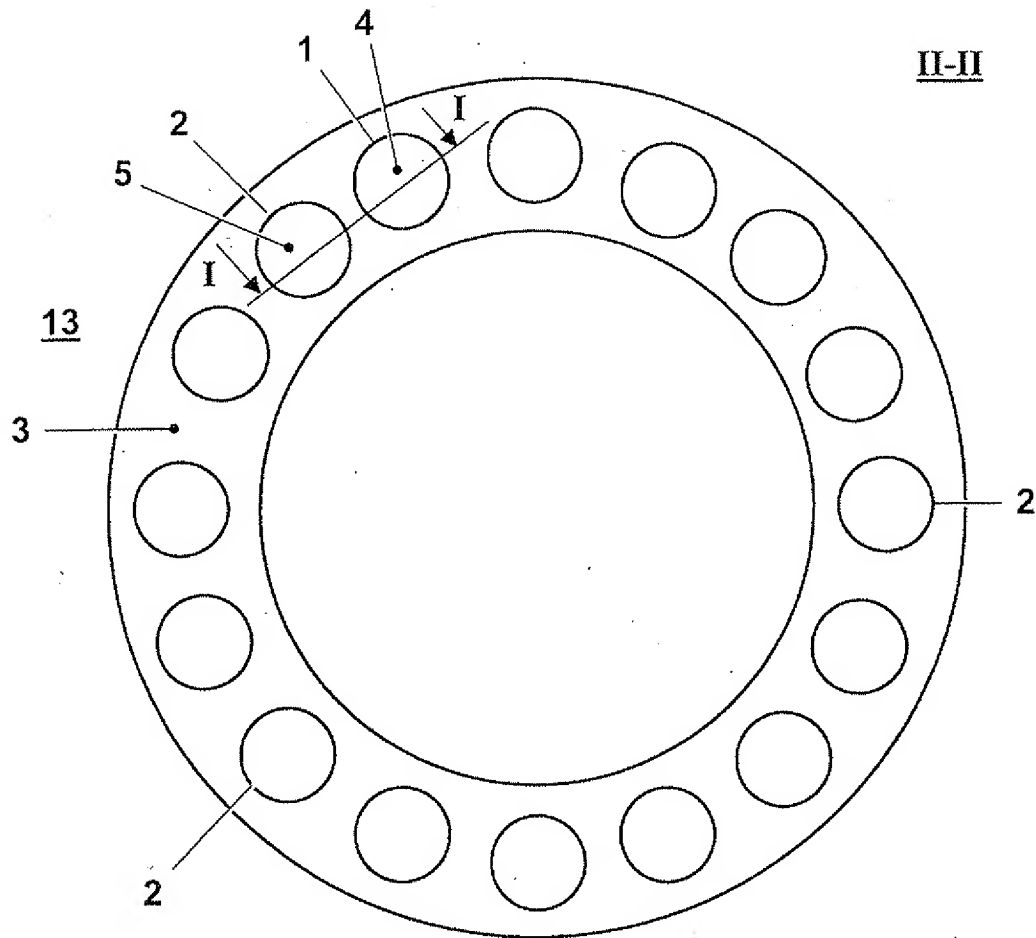


Fig. 1



I-I

Fig. 2